



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN

Titulo de Tesis

Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Computación

Damián Eliel Aleman

Director: Juan Manuel Pérez y Santiago Kalinowski

Codirector: Agustín Gravano

Buenos Aires, 2017

Índice general

| | |
|--|-----------|
| 1.. Introducción | 1 |
| 1.0.1. Trabajo previo en el área | 2 |
| 1.0.2. Twitter | 2 |
| 1.0.3. Lingüística computacional | 3 |
| 2.. Materiales y Método | 4 |
| 2.1. Extracción de Datos | 5 |
| 2.1.1. Búsqueda geolocalizadas | 5 |
| 2.2. Datos de desarrollo y de validación | 5 |
| 2.3. Tokenización y normalización | 6 |
| 2.4. Caracterización de la muestra | 7 |
| 2.4.1. Cantidad de palabras | 8 |
| 2.4.2. Tuits a lo largo del tiempo | 8 |
| 2.5. Búsqueda de contrastes | 8 |
| 2.5.1. Métricas para medir el contraste en la frecuencia de las palabras | 9 |
| 2.5.2. Valor de información | 9 |
| 2.5.3. Frecuencia de las palabras | 11 |
| 2.5.4. Test Hipergeométrico | 11 |
| 3.. Resultados | 14 |
| 3.0.1. Entropía | 15 |
| 3.0.2. Valor de la información | 15 |
| 3.0.3. Proporción de ocurrencias | 16 |
| 3.0.4. Palabras candidatas | 16 |
| 3.0.5. Regiones de palabras | 17 |
| 3.0.6. Validación | 18 |
| 3.0.7. Problemas en el conjunto de datos | 18 |
| 3.0.8. Guaranismos | 18 |
| 4.. Conclusiones y trabajo futuro | 21 |
| 4.0.1. Conclusiones | 22 |
| 4.0.2. Trabajo Futuro | 22 |
| 5.. Apéndice | 23 |
| 5.0.1. La entropía como medida del desorden | 24 |
| 6.. Bibliografía | 25 |

1. INTRODUCCIÓN

1.0.1. Trabajo previo en el área

Actualmente, las herramientas para la detección de palabras con contraste léxico en distintas regiones consisten en cuestionarios como el de *Almeida*[AV95]. Estos cuestionarios están integrados por grupos temáticos centrales como la casa, la familia, la enseñanza, el cuerpo humano, etc. Sobre cada grupo temático se les indicaba a las personas entrevistadas un repertorio de palabras por cada noción, para ver si las conocían y con que frecuencia se las usaba. Con este trabajo planteamos cambiar el paradigma y detectar automáticamente las palabras usadas en distintas regiones y sus frecuencias.

Uno de los corpus lingüísticos del español más reconocidos es el *corpes XXI*[Esp], creado por la Real Academia Española con una distribución de 25 millones de formas por cada uno de los años comprendidos en el periodo 2001 a 2012. Sin embargo, dicho corpus tiene dos desventajas importantes: por un lado, la cantidad de palabras de América Latina están subrepresentados ya que el 65, 70 % de las palabras del dataset provienen de textos de España y 34, 30 % de los demás países hispanoparlantes. Por otro lado, uno no dispone de todo el dataset, sino que solamente se pueden hacer las consultas de su página web. Estas consultas están limitadas en cuanto a la cantidad de solicitudes y a las funcionalidades que estas proveen.

Una de las virtudes de hacer un corpus con un método de recolección de textos de forma automática se desprende de la cantidad superadora de longitud del corpus en comparación con métodos manuales como digitalización de textos.

A pesar de haber comenzado hace varias décadas la recolección de textos de la web para realizar corpus, no hay muchos en el idioma español. Uno que se pudo encontrar es el de *Mark Davies*, el cual se utilizó las páginas web para recolectar los textos, con dos billones de palabras en español y divide a las páginas a partir del país de origen identificado por Google.

Las ventajas de Twitter son claras: provee una da una interfaz pública para obtener tuits de cualquier persona, independientemente de que haya una relación con el usuario que escribió los tuits en la red social. Además a diferencia de un portal de noticias donde los comentarios suelen estar relacionados con estas, en Twitter son más amplio los tópicos de los comentarios. Por otro lado, Twitter es una tecnología que permite hacer escalabale el trabajo a diferentes países ya que con una misma interfaz se pueden obtener los textos de cualquier región. En cambio, si se elige un portal de noticias para sacar comentarios de usuarios, deberíamos ver la estructura de cada página para obtener esos datos. Otra ventaja de Twitter es que cada usuario está identificado y se podría llegar a inferir datos como género, edad y ubicación de cada uno. Por último una ventaja sobre otro método de recolección, es que a través de Twitter se puede recolectar textos con una granularidad regional muy variable y obtener información de quienes lo escriben. Existen otras redes sociales que se podrían obtener textos para analizar , pero tienen la desventaja de ser privadas como Facebook o ser acotadas en términos de los temas que se hablan en la misma, un caso de esto es LinkedIn.

1.0.2. Twitter

Twitter¹ es un servicio de microblogging creado en el 2006. Los usuarios son variados, desde personas, instituciones gubernamentales, no gubernamentales y bots(i.e programa que corre tareas automáticamente). Cada usuario puede escribir textos llamados tuits, que

¹ www.twitter.com

tienen una longitud máxima de 140 caracteres. Las relaciones en Twitter no necesitan ser recíprocas, uno puede seguir a una persona, en cuyo caso va a poder leer todos los tuits generados por ella, como también puede ser seguido por una persona. Un tuit puede ser respondido, como también puede ser retuiteado. El retuit es un mecanismo para diseminar por la red tuits generados por otros usuarios. De esta manera si un usuario A realiza un retuit generado por el usuario B, cualquier seguidor de A también va a recibir ese tuit en su panel, al cual llamaremos *timeline*. Si bien los tuits que se ven en el timeline son solo aquellos generados por los usuarios que uno sigue, todos los tuits son públicos, es decir que pueden ser accedidos a través de búsquedas en la plataforma. Para dar una noción de la cantidad de usuarios en la Argentina, en el 2016 había 11,8 millones de usuarios de Twitter en la Argentina, con 15 millones de personas con smartphones, lo cual el 70 de la gente con smartphones tenía Twitter.

En los últimos años se han publicado numerosos trabajos que utilizaron datos de Twitter, desde la detección y monitoreo de terremotos en tiempo real [SOM10], análisis de sentimientos y de la opinión pública [Liu12], predecir el mercado de valores [PP10] o los resultados de elecciones nacionales [TSSW10]. También se ha utilizado para localizar enfermedades por región [PD11].

En cuanto a trabajos relacionados con la lingüística cabe mencionar el trabajo de Eisenstein et al. [EOSX10] en el que identifica palabras con una gran afinidad regional realizando un modelo probabilístico en el que asumen que las distribuciones léxicas dependen de la región geográfica y de una división de tópicos. Es decir que hay una división de temas sobre todo el dataset y dependiendo de la región del autor, este es más propenso a escribir con una variación dada. El mismo autor realizó un trabajo para identificar variables léxicas y detectar regiones dialectales [Eis14]. El trabajo de Gonçalves et al. [GS14] consistió en analizar las variaciones diatópicas de ciertos conceptos en las grandes ciudades hispanoparlantes. Utilizaron la técnica K-means [Bis06] para obtener regiones dialectales. Por otro lado G. Doyle et al. [Doy14]

1.0.3. Lingüística computacional

[Baa01] [KG03] [MH11]

En este trabajo presentamos un método no supervisado para la detección de palabras contrastivas a través de un conjunto de textos recolectados de Twitter.

En la sección [2] explicaremos la metodología para extraer los datos de Twitter, una caracterización de la muestra y la métrica creada para medir la contrastividad de una palabra.

En la sección [3] mostramos las palabras identificadas como más contrastivas y la proporción acumulada en regiones de pocas provincias. También detallamos los resultados del test estadístico sobre el conjunto de validación y los guaranismos detectados.

Finalmente en la sección [4] sacamos conclusiones a partir de los resultados obtenidos e indicamos trabajos posibles para seguir la investigación.

2. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Extracción de Datos

Para la recolección de tuits, primero se extrajo una cantidad de usuarios de forma localizada con el fin de obtener todos los tuits de estos. Los usuarios se buscaron por provincia de modo tal que haya una cantidad aproximadamente equitativa. La búsqueda de los usuarios se hizo de la siguiente manera:

Por cada provincia de la Argentina, se extrajo las ubicaciones de cada uno de sus departamentos, de los partidos de la provincia de Buenos Aires y de las comunas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. El conjunto de estas forman la subdivisión de segundo orden de la república Argentina. La lista de departamentos/partidos/comunas fue extraída a partir de los datos publicados del Censo Argentino realizado en el año 2010. Para extraer los tuits se utilizó la librería de *python* llamada *tweepy*. De esta manera se recolectó aproximadamente 2000 usuarios por provincia lo que resume en 46000 usuarios argentinos. Sobre este conjunto de usuarios se buscaron los tuits realizados por estos. Se decidió no tener en cuenta los retuits dado que estos no son escritos por los usuarios sino que son una mera copia de otros tuits.

2.1.1. Búsqueda geolocalizadas

Las búsquedas geolocalizadas de la API de *twitter* primero intentan de buscar tuits cuyas coordenadas sean las buscadas. En caso de no tener éxito, buscará aquellos tuits creados por usuarios que tienen en el campo *location* de su perfil un lugar cuyo geocódigo coincida con el de sus coordenadas. Es decir, si se hace una búsqueda inversa de las coordenadas, devuelve el lugar de su perfil.

Una vez obtenida la lista de ubicaciones, se realizaron búsquedas por cada provincia con centro en las coordenadas de los departamentos de la misma y con un radio de 20 millas. Sobre el resultado de esta búsqueda, únicamente se seleccionaron los usuarios que tienen como campo *location* al menos uno de los nombres de las ciudades de la provincia. Con esta precaución eliminamos los posibles tuits de turistas que escribieron en un lugar pero que no viven allí.

En el gráfico de la figura 2.1 se muestran las ubicaciones donde se encuentran los usuarios de la muestra de desarrollo:

Fig. 2.1: Ubicaciones de los usuarios

Si bien en este trabajo nos enfocamos en las coordenadas de las localidades dentro de Argentina, basta con cambiar las coordenadas y los nombres de las localidades que tienen que tener los campos *location* para realizar un análisis sobre otros países.

2.2. Datos de desarrollo y de validación

Por cada provincia se tomó a los usuarios de la misma y se los dividió para tener un conjunto de datos de desarrollo y uno de validación. El conjunto de validación fue creado para poder corroborar que los resultados obtenidos por el análisis del conjunto de desarrollo no sean algo intrínseco de esta muestra, sino que se pueden extrapolar a toda la población. La división de los datos se realizó de manera tal que los conjuntos resultantes sean lo más independientes posibles:

Usuarios disjuntos Debido a que ciertos usuarios repiten palabras constantemente, ya sea porque son bots o simplemente porque hablan siempre de los mismos temas, es adecuado validar los resultados con textos producidos por distintos usuarios. De esta manera se intentó mitigar el ruido generado por estos usuarios particulares.

Fechas disjuntas Al analizar los resultados sobre los textos generados en un tiempo acotado de tiempo, estamos trabajando con una muestra específica que es de esperar que tenga fenómenos particulares debido al momento en que fueron escritos. Por ejemplo, debido a cierto fenómeno climático o en el transcurso de un evento polémico (como un debate presidencial o un torneo deportivo) se pueden obtener tuits con una frecuencia de ciertas palabras muy distinta a la frecuencia de la población. Por esta razón se dividió los tuits producidos por los usuarios de manera tal que sus fechas sean disjuntas.

La división fue de la siguiente manera: Sobre el conjunto de usuarios se dividió en dos de forma aleatoria, obteniendo $Usuarios_1$ y $Usuarios_2$. Luego se buscó la fecha $Fecha_{DIV}$ por la cual había una cantidad equiparable entre el conjunto de tuits producidos por $Usuarios_1$ antes de $Fecha_{DIV}$ y el conjunto de tuits producidos por $Usuarios_2$ después de $Fecha_{DIV}$. Es decir:

$$Fecha_{DIV} = \arg \min_F \left| \sum_{f=FechaInicial}^F tuits(Usuarios_1, f) - \sum_{f=F}^{FechaFinal} tuits(Usuarios_2, f) \right| \quad (2.1)$$

Después de fijar la fecha se dividió al conjunto de tuits producidos por estos usuarios: el conjunto de desarrollo con los tuits producidos antes de $Fecha_{DIV}$ y el conjunto de test producidos posteriormente a esa fecha.

2.3. Tokenización y normalización

En cuanto al análisis del texto surge una primer problemática: ¿qué es una palabra?. En principio podemos definir a una palabra como cualquier secuencia de caracteres delimitados por espacios blancos. Con esta definición 523456 y ? serían palabras. Debido a esto podemos restringir nuestra definición a una secuencia de caracteres alfabéticos. Ahora los ejemplos mencionados anteriormente dejarían de estar dentro de la definición. Sin embargo términos como *asdsdafsdf* también serían palabras. Para restringir aún más la definición podríamos tener un diccionario como filtro para saber si una secuencia de caracteres dada es una palabra. Si bien esto tendría mucha precisión al momento de filtrar los términos, no seríamos capaces de palabras que existen en un lenguaje pero que no están representadas bajo el diccionario elegido. Es por eso que decidimos tomar a una palabra como una secuencia de caracteres alfabéticos.

Es muy posible que tengamos palabras que no sean interesantes a nivel lingüístico, como errores de tipeo (e.g computadira, escribur), errores ortográficos o nombres propios. Es importante destacar que Twitter tiene caracteres especiales para mencionar a la gente, como el @, o el # (hashtag) utilizado para agrupar mensajes. Estos caracteres aparecen mucho, ya que los usuarios suelen responderse en la red, mencionando los mismos temas (aclarando el hashtag), o respondiendo a otros usuarios. Ya que esos caracteres no son alfabéticos, cualquier término que los utilice no va a ser parte del conjunto de palabras,

como tampoco lo serán las direcciones de páginas web. Decidimos que se filtren estos términos ya que no tienen interés lingüístico y además agregarían mucho ruido a los datos.

Además de la tokenización del texto, se realizó una normalización sobre él. Todas las letras se convirtieron a letra minúscula y las palabras con más de tres letras iguales de forma consecutiva se redujeron para que solo tengan tres repeticiones. De esta forma, el término *padreeeee* y *padreeee* fueron reducidos a una única unidad léxica (*padreee*). Esto se realizó con la librería *TweetTokenizer* de *NLTK*. Se descartó la idea de filtrar las palabras que no estuvieran en un diccionario ya que si bien hubiera eliminado mucho ruido, también nos hubiera filtrado palabras de interés. Este es el caso de los neologismos, o las palabras que si bien se utilizan hace mucho tiempo no están en los diccionarios actuales.

2.4. Caracterización de la muestra

Para tener una noción más completa de la muestra, se presenta la tabla 2.4 la cual indica las cantidades de palabras y tuits por provincia.

| Provincia | #Palabras Distintas | #Usuarios | #Tuits | #Total Palabras |
|---------------------|---------------------|-----------|---------|-----------------|
| Buenos Aires | 191919 | 920 | 1125042 | 8974372 |
| Catamarca | 173104 | 957 | 1057019 | 8161309 |
| Chaco | 169476 | 964 | 976943 | 7605991 |
| Chubut | 182592 | 954 | 1023373 | 8884745 |
| Córdoba | 207307 | 987 | 1224266 | 10075932 |
| Corrientes | 183292 | 939 | 1044951 | 8426940 |
| Entre Ríos | 188679 | 969 | 1193693 | 9462986 |
| Formosa | 169254 | 903 | 923352 | 7184382 |
| Jujuy | 171064 | 971 | 678004 | 5951778 |
| La Pampa | 186593 | 935 | 1085757 | 8996318 |
| La Rioja | 186041 | 946 | 704044 | 6757277 |
| Mendoza | 193708 | 945 | 1099717 | 9402399 |
| Misiones | 168400 | 972 | 984218 | 7790197 |
| Neuquén | 188038 | 927 | 1111201 | 9021449 |
| Río Negro | 194383 | 965 | 1215361 | 9991831 |
| Salta | 188402 | 884 | 830916 | 7506652 |
| San Juan | 183546 | 926 | 1002322 | 8377792 |
| San Luis | 164185 | 896 | 1006464 | 8327093 |
| Santa Cruz | 174089 | 935 | 876621 | 7432923 |
| Santa Fe | 201879 | 937 | 1019620 | 8862328 |
| Santiago del Estero | 166540 | 887 | 944109 | 7355729 |
| Tierra del Fuego | 197273 | 964 | 976426 | 8559218 |
| Tucumán | 195643 | 962 | 1093874 | 9238526 |

Tab. 2.1: Cantidades del conjunto de datos de desarrollo

2.4.1. Cantidad de palabras

2.4.2. Tuits a lo largo del tiempo

Los tuits recolectados para el conjunto de datos de desarrollo tienen una particularidad: a medida que pasan los años hubo mayor cantidad de tuits durante un año. Esto se refleja en los gráficos de las figuras 2.2 y 2.3.

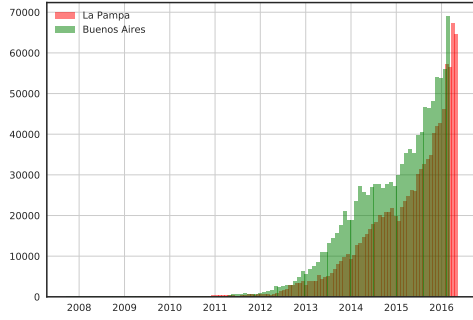


Fig. 2.2:

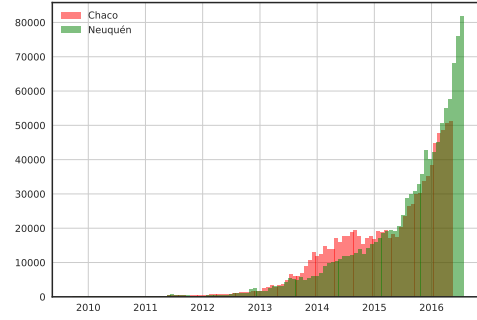


Fig. 2.3:

Fig. 2.4: En la figura 2.2 se presenta un histograma donde se muestra la cantidad de tuits que se hicieron por intervalo de tiempo en la provincias La Pampa y Buenos Aires. En la figura 2.3, se presenta el gráfico para Chaco y Neuquén.

2.5. Búsqueda de contrastes

Diremos que una palabra tiene un contraste cuando esta tiene un uso con diferencias significativas en distintas regiones. En este trabajo nos propusimos crear un listado con palabras con contrastes que tengan importancia a nivel lingüístico. En este sentido, los nombres de personas, lugares u organizaciones no fueron considerados de interés a pesar de tener contrastes en su uso. Este listado fue ordenado por una métrica que capte en un único valor el nivel contrastivo. De esta manera, se seleccionó un subconjunto de palabras, de acuerdo a la métrica, el cual fue analizado manualmente en otros textos por la Academia Argentina de Letras.

El primer acercamiento para ver el contraste de las palabras lo realizamos comparando las frecuencias de las palabras en cada par de provincias de la Argentina. Para esto calculamos el cociente entre la frecuencia máxima de la palabra en las dos provincias sobre la frecuencia mínima, al que llamaremos *maxDif*. En caso de que en una de las dos provincias no se haya recolectado tuits con esa palabra, se tomaba como frecuencia mínima a la frecuencia mínima distinta de 0 de todas las palabras generadas en esa provincia. Así se evitó la división por cero. De esa manera se ordenó el listado de cada par de provincias teniendo en cuenta la división de frecuencias. Sin embargo, este método imposibilitaba el trabajo manual para la Academia Argentina de Letras que debía mirar estos listados y hacer un análisis más exhaustivo sobre las palabras con mayor diferencia de frecuencias, debido a que había $\binom{23}{2} = 253$ listados (o equivalentemente 253 columnas en un mismo listado) a analizar. Además la métrica solo permitía saber si había un contraste entre dos provincias, pero no se podía tener en cuenta la frecuencia de la palabra en el resto

de las provincias. En consecuencia las palabras se encontraban repetidas en los distintos listados y con diferentes valores de *maxDif*, lo cual hacía muy difícil poder identificar en que regiones había una diferencia significativa de frecuencias.

Debido a esto decidimos realizar un nuevo enfoque para encontrar las palabras con alta contrastividad en las distintas regiones, de manera que una métrica pueda reflejar el nivel de contrastividad de la palabra en un único valor. De este modo, nos enfocamos a analizar el contraste de frecuencias de palabras sobre las provincias a través de una métrica superadora.

2.5.1. Métricas para medir el contraste en la frecuencia de las palabras

Dado que se quiere encontrar las palabras con contrastes significativos en distintas regiones se propone generar una métrica basada en la cantidad de información para poder realizar esta tarea.

Una medida que se puede usar para comparar las frecuencias de las palabras en las diferentes regiones del país puede ser la entropía definida por Shannon^{5.0.1}, debido a que podemos tener un valor que informe que tan uniforme es la distribución de las frecuencias de cada palabra. Sin embargo, la entropía como única medida tiene sus desventajas. Principalmente, una palabra con una sola ocurrencia en una provincia y ninguna en las demás, tiene la entropía mínima. A pesar de que nos interesan las palabras con un contraste significativo entre regiones, dentro de ellas elijiremos las que tienen mayor cantidad de ocurrencias. Es por esto que elaboramos otra métrica que tenga en cuenta la entropía, pero que no sea la única variable a tener en cuenta.

2.5.2. Valor de información

La métrica que utilizamos para ordenar los listados de palabras y detectar cuales son las que tienen altos contrastes en su uso en distintas regiones fue inspirada sobre el trabajo de Zanette y Montemurro [MZ10]. Ellos a diferencia de Shannon estudiaron una relación entre una medida de la información y su función semántica en el lenguaje. A continuación detallamos el procedimiento para calcular lo que ellos llamaron el valor de la información:

Dado un texto dividido en P partes iguales, se calcula la entropía $H(w)$ sobre el vector de cantidad de ocurrencias en cada una de las P ventanas. Luego se define $\widehat{H}(w)$ como la entropía de una permutación aleatoria del texto y promediada por todas las posibles realizaciones de la permutación de él.

Es decir, se distribuyen uniformemente las palabras en P partes y se calcula la entropía como se hizo con el texto original. Es de esperar que en la mayoría de casos la entropía del texto permutado sea mayor que la medida en el calculo original. Esto se debe a que las palabras se distribuyen de forma más uniforme en las distintas partes. Finalmente, definen al valor de la información como $I(w) = p(w)(\widehat{\eta}(w) - \eta(w))$, con $p(w)$ la frecuencia total de la palabra en el texto. De esta manera se le da más importancia a las palabras que son más frecuentes y a las palabras que tienen una baja entropía, ya que en estas el término de la diferencia es más grande. Este estudio se hizo sobre tres textos, *Análisis de la mente*, *Moby Dick* y *El origen de las especies* de Charles Darwin. En los tres libros las palabras con mayor valor de la información están altamente relacionadas con los temas principales.

Si bien esta métrica tiene en cuenta la frecuencia de las palabras además de la entropía, el texto en Twitter resulta difícil dividirlo en partes iguales. Esto es porque la división está pensada para dividir al texto en secciones que posiblemente hablen de distintos temas

y nuestros textos son tuits que por lo general no superan las 10 palabras. Otra dificultad que surge de esta métrica es la imposibilidad de realizar la media de todas las posibles permutaciones del texto por la limitación computacional ya que tenemos una cantidad muy grande de datos.

Es por eso que realizamos una métrica parecida:

Podemos pensar a las palabras del texto como una variable aleatoria W , donde cada palabra w tiene una probabilidad de aparición en una provincia dada de la Argentina. Esta probabilidad la aproximamos con la frecuencia en la que aparece, es decir la cantidad de ocurrencias de la palabra dividida por la cantidad de palabras totales. Por otro lado sea P una variable aleatoria que cuenta la cantidad de personas que utilizan la palabra p en cada provincia.

Luego,

$$I(w) = I_p(w) * I_u(w) \quad (2.2)$$

$$I_p(w) = norm_p(w) * (\hat{H}_w(w) - H_w(w)) \quad (2.3)$$

$$I_u(w) = norm_u(w) * (\hat{H}_u(u) - H_u(w)) \quad (2.4)$$

$$norm_p(p) = \frac{cw(p) - MIN_W}{MAX_W - MIN_W} \quad (2.5)$$

$$\text{donde: } MIN_W = \min_{p \in Palabras} cw(p) \quad (2.6) \quad MAX_W = \max_{p \in Palabras} cw(p) \quad (2.7)$$

donde $cw(p)$ es igual al logaritmo sobre la cantidad de ocurrencias de esa palabra en toda la Argentina, es decir $cw(p) = \log_2(cantidadOcurrencias(p))$.

Análogamente,

$$norm_u(w) = \frac{cu(w) - MIN_U}{MAX_U - MIN_U} \quad (2.8)$$

$$MIN_U = \min_{p \in Palabras} cu(p) \quad (2.9) \quad MAX_U = \max_{p \in Palabras} cu(p) \quad (2.10)$$

donde $cu(p)$ es el logaritmo sobre la cantidad de usuarios que utilizan dicha palabra en la Argentina, es decir $cu(p) = \log_2(cantidadUsuarios(p))$. \hat{H} es la entropía con las cantidades distribuidas uniformemente y H es la entropía común.

Tanto $norm_w$ como $norm_u$ realizan una normalización del logaritmo de esas variables. Esto se debe a que el logaritmo genera una dispersión en las medidas de forma tal que su distribución sea más uniforme a lo largo de todo el rango de valores. Esto se puede ver en la figura 2.5. \hat{H}_u y \hat{H}_w se corresponde a las entropías de los vectores simulados de apariciones. Esta simulación se realiza con una distribución multinomial ya que se distribuye la suma de los valores de la variable aleatoria uniformemente.

El término de la diferencia de la entropía sobre la cantidad de personas que utilizan la palabra tiene como objetivo mitigar el ruido de la entropía de palabras. En particular una determinada provincia o región pueden tener muchas ocurrencias de una palabra causado por algunos usuarios que utilizan constantemente el término. Un ejemplo de esto podrían ser bots que escriben automáticamente textos iguales (o similares) en grandes cantidades. Otra posible causa de este fenómeno podría ser la de usuarios de ciertas organizaciones que hablan de personas, lugares o marcas de forma constante. Para eliminar outliers se procedió a eliminar las palabras que tenían una cantidad de usuarios menor o igual a 40 ocurrencias, como también las palabras que eran dichas por menos de 6 personas.

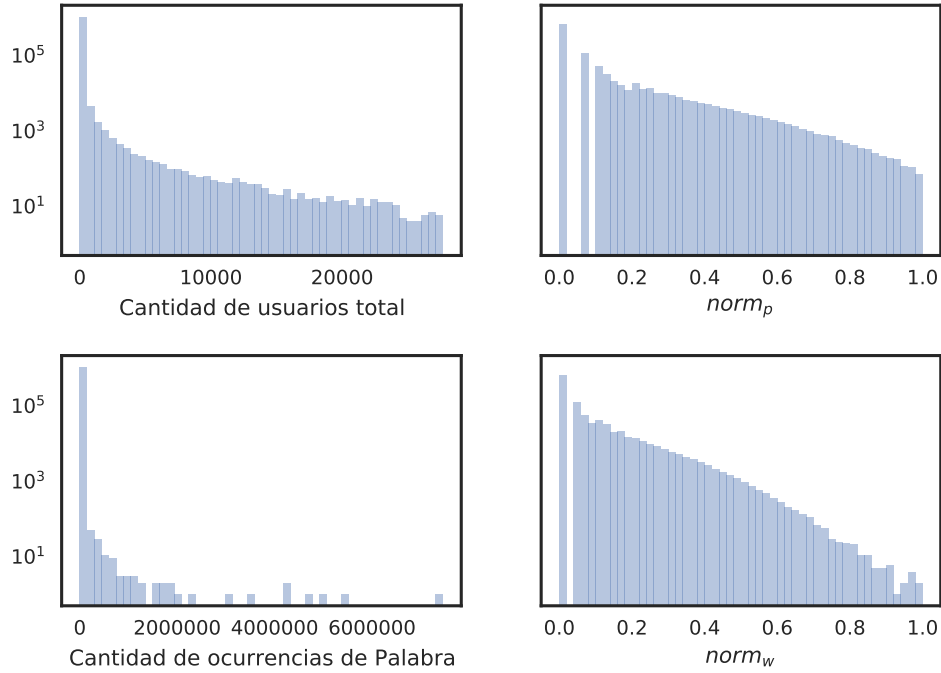


Fig. 2.5: Cantidades y sus normalizaciones

2.5.3. Frecuencia de las palabras

En la figura 2.6 graficamos la distribución de la cantidad de ocurrencias de las palabras. Podemos observar que la mayoría de las palabras ocurren poco. En particular el 50 % de las palabras ocurren menos de 139 veces. Por otro lado hay pocas palabras que ocurren mucho, por ejemplo la palabra *que* o la preposición *de*.

Si comparamos la posición de la palabra en un listado ordenado podemos ver que se cumple con la ley de Zipf. Esta es una ley empírica formulada por George Zipf en el año 1932 en la cual se establece una relación entre la frecuencia de una palabra con su posición dentro del listado de palabras ordenadas por frecuencia decreciente. En particular, sea s la posición de la palabra en el listado ordenado y sea $f(s)$ la cantidad de ocurrencias de la palabra, se puede hacer la siguiente aproximación:

$$f(s) \approx \frac{A}{s^\alpha}$$

donde α toma un valor levemente mayor a 1 y A es una constante.

2.5.4. Test Hipergeométrico

Luego de realizar el listado de palabras ordenado por el valor de la información se realizó un test estadístico para tener mayor confianza de que las palabras clasificadas como contrastivas realmente tienen esta propiedad y no fueron producto del azar. Se seleccionó un conjunto de palabras significativas a nivel lingüístico a partir de las 10000 palabras consideradas más contrastivas por nuestra métrica.

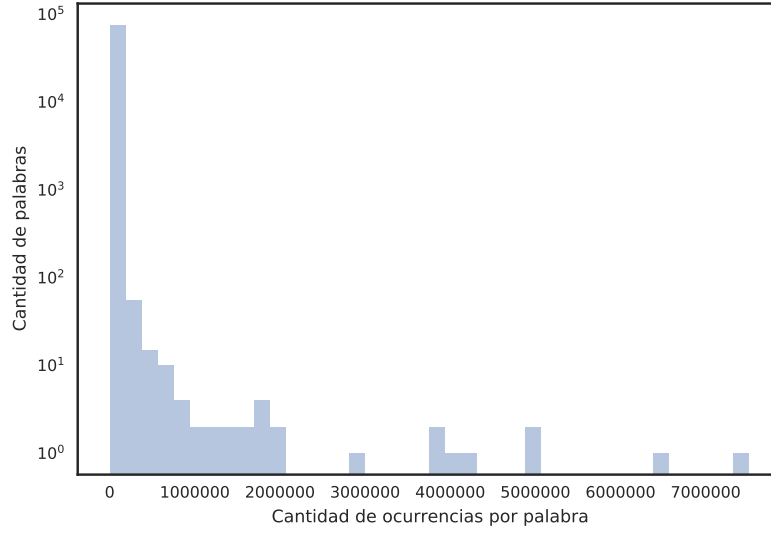


Fig. 2.6: Histograma de la cantidad de ocurrencias de las palabras

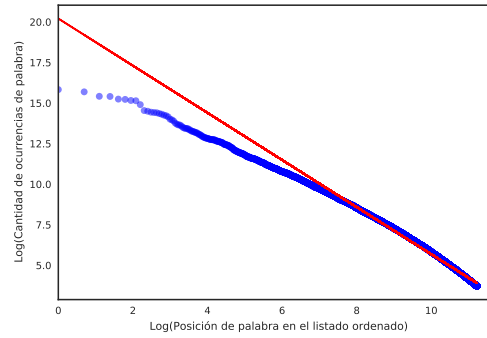


Fig. 2.7: Cantidad de Ocurrencias de palabra vs posición en listado ordenado. Se aplicó el logaritmo a las cantidades de ocurrencias, como también a los valores de las posiciones para mostrar la proporcionalidad entre $f(s)$ y $\frac{1}{s^\alpha}$

Decidimos elegir el test hipergeométrico ya que queremos ver que la palabra sobre la que se hace el test no estuvo sobrerrepresentada en comparación con la población. Asumimos que la cantidad de ocurrencias de una palabra se puede modelar con una distribución hipergeométrica ya que se puede pensar como un experimento donde se obtuvieron k palabras exitosas en una región con n palabras y un total de N palabras en la Argentina. Las regiones que utilizamos para cada palabra, son el conjunto de provincias que cubren el 80 % de las ocurrencias de dicho término. Luego, queremos calcular la significancia estadística de haber obtenido esas k palabras exitosas.

La hipótesis nula consiste en que la cantidad de ocurrencias de la palabra en la región elegida es mayor a lo observado. Por lo tanto, sea $\text{cantPalabrasW}(\text{Region})$ igual a la cantidad de ocurrencias observada de la palabra en la región a analizar.

| Palabra | Cantidad de Ocurrencias |
|---------|-------------------------|
| que | 7509160 |
| de | 6527014 |
| a | 4962492 |
| la | 4913854 |
| no | 4177810 |
| me | 4101998 |
| y | 3838370 |
| el | 3773455 |
| en | 2969783 |
| te | 2060662 |
| se | 1976027 |
| un | 1863075 |
| es | 1825892 |
| con | 1799979 |
| lo | 1712189 |
| mi | 1643777 |
| por | 1553382 |
| los | 1498941 |
| para | 1398757 |
| las | 1212452 |

Tab. 2.2: Cantidad de apariciones de las 20 palabras más frecuentes

| | #Palabras Sobre Region | #Palabras en el resto de Argentina | Total |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|-------|
| # Palabras w | k | K-k | K |
| # Palabras \neq w | n-k | N + k - n - K | N - K |
| Total | n | N -n | N |

Tab. 2.3: Tabla de contingencia

$$\begin{cases} H_0 : x > cantPalabrasW(Region) \\ H_1 : x \leq cantPalabrasW(Region) \end{cases}$$

siendo x la esperanza de la variable aleatoria que representa la cantidad de palabras exitosas en esa región.

3. RESULTADOS

3.0.1. Entropía

Teniendo el listado de palabras hicimos un cálculo de entropía tomando en cada provincia la cantidad de ocurrencias de cada palabra. En la figura 3.1 podemos observar la distribución del valor de la entropía sobre todas las palabras con más de 40 ocurrencias y dichas por más de 5 usuarios.

Podemos ver que la mayor parte de las palabras tienen un valor de entropía entre 2.5 y 3. Esto quiere decir que hay un gran conjunto de palabras que tiene una cantidad de ocurrencias relativamente uniforme a lo largo de todas las provincias. Sin embargo hay otro conjunto de palabras que tienen una entropía menor a 2, la cual podemos considerar como baja. Estas últimas palabras serán las que tienen mayor interés debido a que tienen una variación marcada en cuanto a su utilización en las distintas regiones.

Sin embargo, ver solamente la entropía de las palabras nos puede generar la detección de palabras que no son de interés, ya sea porque no ocurren una cantidad significativa o porque la variación de las ocurrencias en las distintas provincias se debe solamente a pocos usuarios que la utilizan mucho. Es por esto que también se calculó la entropía teniendo como variable la cantidad de personas que utilizaron cierto término en una determinada provincia.

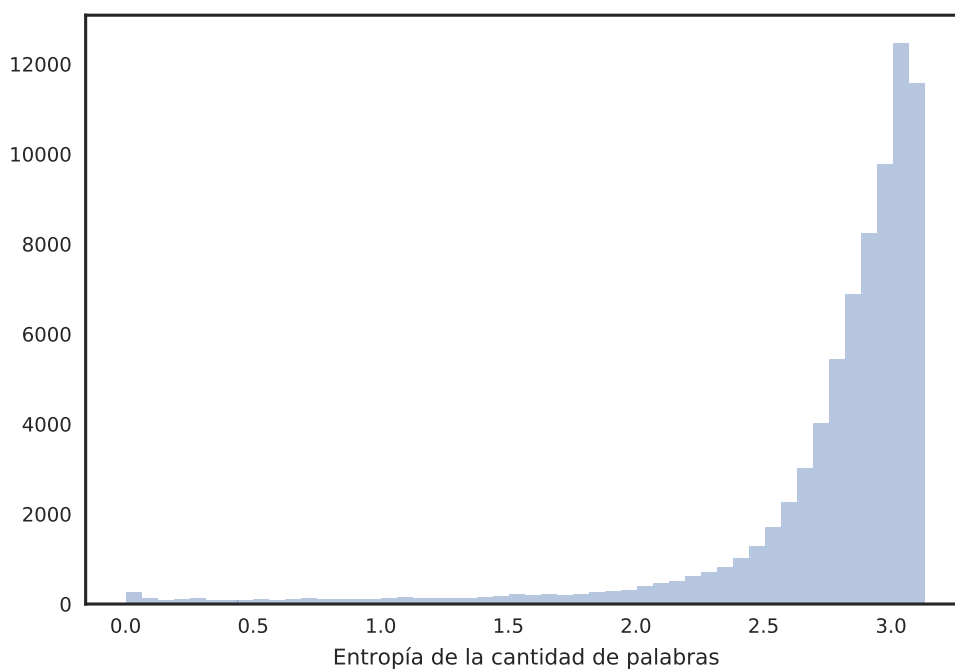


Fig. 3.1: Entropía de las Palabras

3.0.2. Valor de la información

En el gráfico 3.2 se muestra una clara relación entre la cantidad de ocurrencias que tiene una palabra y su valor de la información, indicado por el color que tiene. A su vez,

se nota que el valor de la información suele ser mayor a medida que el valor de la entropía es menor. Esto no siempre es el caso debido a que hay palabras que tiene una entropía de palabras baja, pero sin embargo la entropía de personas es alta logrando que el valor de la información sea bajo.

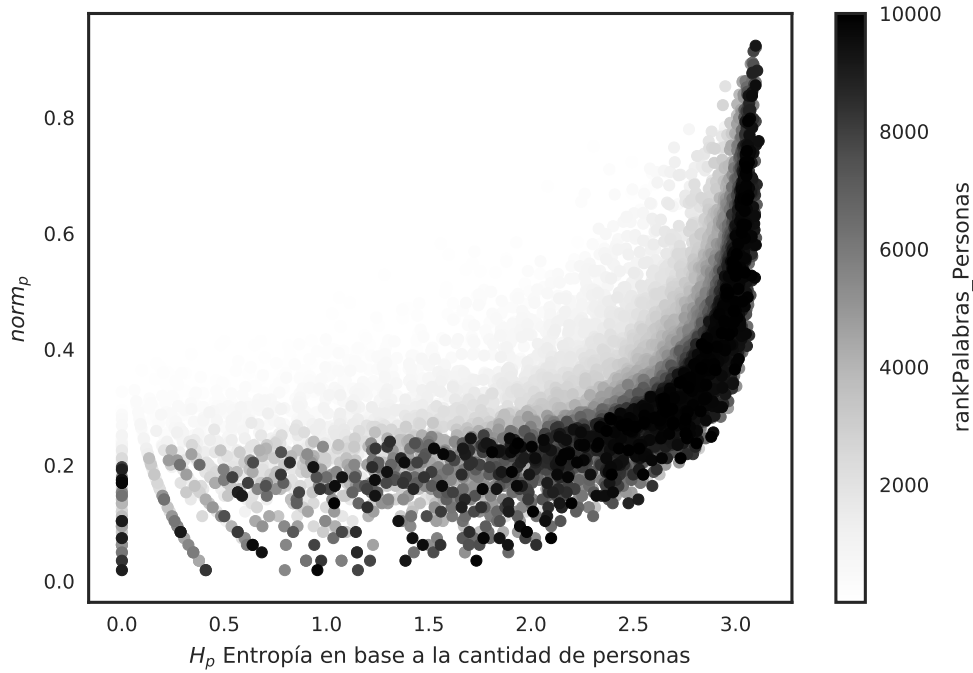


Fig. 3.2: Entropía de las Palabras

En la figura 3.3 se puede ver el valor de la información según la posición en la que se encuentra en el listado ordenado por la misma. Notamos que la métrica se estabiliza en el rango de 1000 a 10000 palabras tomando un valor cercano a 0.

3.0.3. Proporción de ocurrencias

En la figura 3.4 muestra la proporción acumulada de las palabras. Para esto, se ordenó para cada palabra las provincias según la cantidad de ocurrencias. Es notable la diferencia de proporciones acumuladas según la muestra de palabras. Solamente con una provincia para cada palabra ya se puede cubrir, en promedio, el 76 % del total de ocurrencias sobre las mil palabras con mayor valor de la información.

En el gráfico 3.5 se observa la variación del cubrimiento de ocurrencias a medida que se aumenta la cantidad de provincias.

3.0.4. Palabras candidatas

Para buscar las palabras candidatas a tener contrastes significativos en cuanto a la cantidad de ocurrencias en distintas provincias, elegimos el conjunto de las primeras diez mil (10000) palabras con valor de la información más altas. El número 10000 surgió de ver

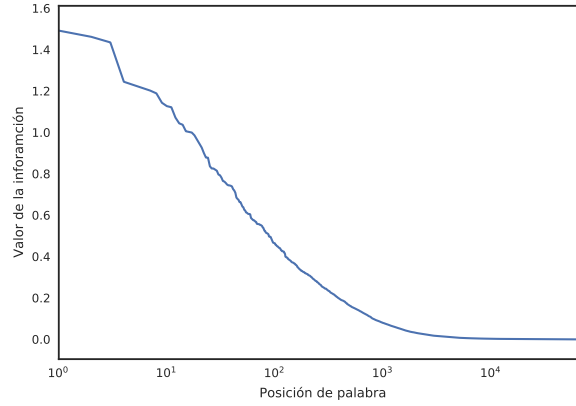


Fig. 3.3: Valor de la información

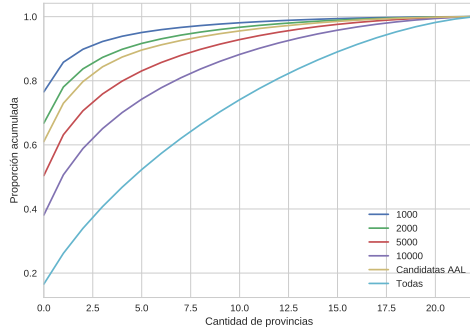


Fig. 3.4: Proporción acumulada según la muestra de palabras

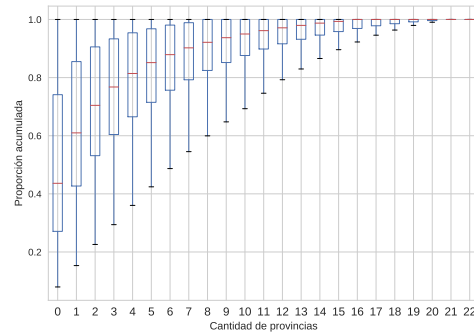


Fig. 3.5: Proporciones Acumuladas

la distribución de los valores de la información. Como se puede ver en el gráfico 3.3 hay una caída pronunciada de la métrica y a partir de la palabra cuya posición es 4000 se ve que empieza a estabilizarse y los valores son muy cercanos a 0. Es por esto que nos pareció razonable dar un margen de 10000 palabras para seleccionar las palabras con contrastes significativos.

Como era de esperar las ciudades y provincias son palabras que ocurren mayormente en las provincias que estas indican. Es por esto que tienen una gran variación en la cantidad de ocurrencias en las distintas provincias, lo que genera un valor alto en la métrica de valor de la información. Para detectar las palabras que tienen mayor interés lingüístico buscamos un conjunto de datos con los nombres de las localidades y departamentos de la República Argentina de modo tal que podamos filtrar los lugares del listado original.

3.0.5. Regiones de palabras

Una vez que calculamos las regiones que cubren un umbral para cada palabra, nos propusimos analizar cuales son las más frecuentes. Para eso generamos una lista con los conjuntos de provincias cuya cantidad sea menor o igual a 6 y los ordenamos según su

frecuencia. En la tabla 3.0.5 se muestran los primeros conjuntos de provincias obtenidos a partir de las primeras 5000 palabras más contrastivas de acuerdo al valor de la información:

De la tabla 3.0.5 podemos destacar que la mayoría de las regiones son compuestas por provincias contiguas.

3.0.6. Validación

ACA VA LOS RESULTADOS DEL TEST HIPERGEOMETRICO EN EL CONJUNTO DE VALIDACIÓN

3.0.7. Problemas en el conjunto de datos

Cuando vimos las palabras con mayor valor de la información, nos dimos cuenta de que algunas palabras de la provincia de La Rioja eran provenientes de España. Analizando la causa de este ruido, nos dimos cuenta que la API de Twitter no realiza las búsquedas localizadas como uno esperaría. En particular, no solo se fija en los tuits geolocalizados, sino que también hace una búsqueda inversa a través de los nombres de las ciudades que tienen esa coordenada. Específicamente La Rioja es una provincia Argentina, como así también una provincia de España. Es por eso que al hacer búsquedas con las coordenadas de ciudades de La Rioja en Argentina, tuvimos resultados de tuits de España. Lo mismo sucedió con San Juan (capital de Puerto Rico), Santiago Del Estero (Santiago de Chile) y Córdoba (ciudad de Andalucía, España). A pesar de que los tuits no fueron escritos en Argentina, consideramos que su cantidad no es lo suficientemente grande como para tener resultados incorrectos.

3.0.8. Guaranismos

Dentro de las palabras contrastivas, cabe destacar la detección de términos en guaraní en la región guaranítica¹. Un ejemplo de esto fueron las palabras *angá*, *angaú* y *mitaí*. Si bien estas palabras provienen del guaraní, son utilizadas en oraciones en español. Este fenómeno, donde un hablante utiliza términos de distintos idiomas en un discurso es conocido como code-switching (alternancia de código). Como se puede ver en la tabla 3.0.8 el contraste entre las frecuencias normalizadas² de la región guaranítica y la del litoral da una noción de la importancia que tienen estos términos en el norte argentino.

Estos términos serán agregados al diccionario Argentino

¹ Teniendo a las regiones dialectales marcadas por Vidal de Battini

² La frecuencia normalizada es una medida de estandarización que indica la cantidad de veces que aparece una determinada forma por cada millón de palabras.

| Conjunto de provincias | Cantidad de Palabras |
|---|----------------------|
| (Jujuy, Salta) | 24 |
| (Mendoza, San Juan) | 19 |
| (Neuquén, Río Negro) | 18 |
| (Corrientes, Misiones) | 16 |
| (Chaco, Corrientes, Formosa) | 16 |
| (Chaco, Corrientes) | 16 |
| (Chubut, Santa Cruz) | 13 |
| (Catamarca, La Rioja) | 12 |
| (Santa Cruz, Tierra del Fuego) | 12 |
| (Corrientes, Entre Ríos, Formosa, La Rioja, Misiones) | 12 |
| (Formosa, Misiones) | 12 |
| (Corrientes, Formosa, Misiones) | 12 |
| (Córdoba, La Rioja) | 11 |
| (Catamarca, Salta, Santiago del Estero, Tucumán) | 11 |
| (Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta, Santiago del Estero, Tucumán) | 10 |
| (Chaco, Corrientes, Misiones) | 10 |
| (Chaco, Corrientes, Formosa, Misiones) | 9 |
| (Catamarca, Santiago del Estero, Tucumán) | 9 |
| (Catamarca, Tucumán) | 9 |
| (Salta, Tucumán) | 8 |
| (Catamarca, Jujuy, Salta, Santiago del Estero, Tucumán) | 8 |
| (Neuquén, San Juan) | 7 |
| (Chubut, Santa Cruz, Tierra del Fuego) | 7 |
| (Buenos Aires, La Pampa) | 7 |
| (Salta, Santiago del Estero, Tucumán) | 7 |
| (Buenos Aires, La Pampa, Río Negro) | 6 |
| (Corrientes, Formosa) | 6 |
| (Catamarca, Jujuy, Salta, Tucumán) | 6 |
| (Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Misiones) | 6 |
| (Catamarca, Santiago del Estero) | 6 |

Tab. 3.1: Indica cuantas palabras tienen un cubrimiento del 80% de sus ocurrencias en cada conjunto de provincias a partir de las 5000 palabras más contrastivas (de acuerdo al valor de la información).

| Conjunto de Provincias | | | |
|------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Salta-Jujuy | Mendoza-San Juan | Chubut-Santa Cruz-T. Del Fuego | Chaco-Corrientes-Formosa |
| tribuno | mza | austral | anga |
| salteño | zonda | chilote | teresss |
| orán | secamente | calafa | músicas |
| tartagal | sanjuaninos | chilota | argela |
| salteña | sanjuanino | palmaso | angaaa |
| martearena | asar | vueltones | olo |
| oran | tomba | riviera | cuchale |
| yuto | queras | | corrientesss |
| purmamarca | traica | | angá |
| yutos | sopaipillas | | cts |
| gorriti | ardente | | correntinas |
| quijano | secamentos | | iburrr |
| tabacal | jáchal | | cheraa |
| desentierro | virreina | | cheraá |
| huaico | tombaaa | | bofill |
| pichanal | mansooo | | receppp |
| diablos | tombino | | |
| bandy | parisi | | |
| aramayo | asadaaa | | |
| ñaño | | | |
| colque | | | |
| urkupiña | | | |
| juj | | | |
| guachipas | | | |

Tab. 3.2: Palabras cubiertas sobre el 80 % de las ocurrencias totales por el conjunto de provincias a partir de las 5000 palabras más contrastivas (de acuerdo al valor de la información).

| | Región Guaranítica | | Región Litoral | |
|-------|--------------------|------------------------|----------------|------------------------|
| | #Ocurrencias | Frecuencia Normalizada | #Ocurrencias | Frecuencia Normalizada |
| Angá | 548 | 45,03 | 6 | 0,21 |
| Angaú | 205 | 16,84 | 0 | 0 |
| Mitai | 175 | 15,69 | 1 | 0,036 |

Tab. 3.3: Cantidad de ocurrencias y frecuencias normalizadas de las palabras en la región guaranítica y la del litoral. La cantidad total de palabras en la región guaranítica es de 12.167.635, mientras que la cantidad de términos en la región litoral es 27.477.861

4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

4.0.1. Conclusiones

En el presente trabajo recolectamos un conjunto de datos de texto de la Argentina a través de la API de Twitter. Este conjunto lo dividimos en dos, un conjunto para desarrollar una métrica que indique el valor contrastivo de una palabra. El segundo conjunto de datos, independiente del primero en cuanto a usuarios y al período temporal de los textos lo utilizamos para hacer un test estadístico para corroborar que las palabras detectadas como contrastivas según nuestra métrica, no estaban sobrerrepresentadas en el conjunto de desarrollo.

La métrica que realizamos usaba la entropía para medir la variación de la cantidad de ocurrencias y de la cantidad de usuarios que la utilizaban en las distintas provincias del país. Creamos un listado de palabras ordenado según el valor de la información calculada, y a partir de ella filtramos las palabras de forma manual eliminando los términos que no tengan valor lingüístico, como los nombres propios (como los nombres de personas, o de lugares). Varias palabras del listado, como *mitaí*, *anga*, *angau* resultaron muy interesantes a nivel lingüístico

Sobre estas palabras realizamos el test estadístico.

4.0.2. Trabajo Futuro

Uno de los desafíos que quedan para hacer es el de clasificar las regiones en clusters, obteniendo así las regiones dialectales. De esta manera se podría ver la vigencia de las regiones descriptas por Vidal de Battini.

El proceso de normalización se podría mejorar para tener una mejor precisión de las palabras utilizadas. También se podría agregar un sistema de reconocimiento de nombres de entidades para filtrar los nombres propios de manera tal que el listado de palabras contrastivas tengan menos términos sin interés lingüístico.

Por otro lado, este trabajo se podría realizar sobre todo el conjunto de países hispano-parlantes, de modo tal que se puedan hacer comparaciones entre los mismos y comparar las variaciones entre regiones más grandes.

También queda por hacer un análisis sintáctico de las oraciones, y un análisis estadístico de bigramas. Otro desafío es el de analizar los tuits modelados por cadenas de markov (analizando así bigramas y n-gramas), pudiendo generar un bot que cree tuits, este bot podría ser parametrizado de modo tal que genere textos, teniendo en cuenta únicamente los tuits de determinada región.

5. APÉNDICE

5.0.1. La entropía como medida del desorden

Para ver la cantidad de información que nos aporta cada palabra se hará una introducción a la teoría de la información, específicamente los conceptos que introdujo Claude Shannon[Sha01]. Para entender estos conceptos es útil tener una descripción matemática del mecanismo que genera la información. Para eso se define a la *fente* que emite señales de un alfabeto $S = \{s_1, s_2, \dots, s_q\}$ de acuerdo a una función de probabilidad fija. Si la fuente emite señales estadísticamente independientes decimos que es una *fente de memoria nula* y un símbolo s está completamente determinado por el alfabeto S y las probabilidades: $P(s_1) P(s_2) \dots P(s_q)$

Sea X una variable aleatoria discreta con posibles valores $\{x_1, x_2, \dots, x_q\}$ y una función de probabilidad $P(X)$, luego: $H(X) = E[I(X)] = E[-\log(P(X))]$. donde X es una variable aleatoria con posibles valores $\{x_1, \dots, x_n\}$ y P es una función de probabilidad.

Los símbolos con menor probabilidad son los que aportan más información. Esto va de la mano con nuestra intuición ya que si entendemos a los símbolos como palabras de un texto, las palabras más utilizadas como *de* o *que* aportan menos información que la palabra *celular*. Observaciones:

- La entropía es máxima cuando los eventos de X son equiprobables. En este caso, si hay n eventos con una probabilidad de $\frac{1}{n}$ cada uno, el valor de la entropía es de $\log n$.
- La entropía es 0 si y solo si todas las probabilidades son 0 a excepción de una con probabilidad igual a la unidad.

Dado que la entropía es máxima cuando los eventos de X son equiprobables, se suele decir que es una medida del desorden.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- [AV95] Manuel Almeida and Carmelo Vidal. Variación socioestilística del léxico: un estudio contrastivo. *Boletín de filología*, 35(1):Pág–50, 1995.
- [Baa01] R Harald Baayen. *Word frequency distributions*, volume 18. Springer Science & Business Media, 2001.
- [Bis06] Christopher M Bishop. *Pattern recognition and machine learning*. springer, 2006.
- [Doy14] Gabriel Doyle. Mapping dialectal variation by querying social media. In *EACL*, pages 98–106, 2014.
- [Eis14] Jacob Eisenstein. Identifying regional dialects in online social media. Georgia Institute of Technology, 2014.
- [EOSX10] Jacob Eisenstein, Brendan O’Connor, Noah A Smith, and Eric P Xing. A latent variable model for geographic lexical variation. In *Proceedings of the 2010 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, pages 1277–1287. Association for Computational Linguistics, 2010.
- [Esp] Real Academia Española. Banco de datos (corpes xxi)[en línea]. *Corpus del español del siglo XXI (CORPES)*.
- [GS14] Bruno Gonçalves and David Sánchez. Crowdsourcing dialect characterization through twitter. *PloS one*, 9(11):e112074, 2014.
- [KG03] Adam Kilgariff and Gregory Grefenstette. Introduction to the special issue on the web as corpus. *Computational linguistics*, 29(3):333–347, 2003.
- [Liu12] Bing Liu. Sentiment analysis and opinion mining. *Synthesis lectures on human language technologies*, 5(1):1–167, 2012.
- [MH11] Tony McEnery and Andrew Hardie. *Corpus linguistics: Method, theory and practice*. Cambridge University Press, 2011.
- [MZ10] Marcelo A Montemurro and Damián H Zanette. Towards the quantification of the semantic information encoded in written language. *Advances in Complex Systems*, 13(02):135–153, 2010.
- [PD11] Michael J Paul and Mark Dredze. You are what you tweet: Analyzing twitter for public health. *Icwsn*, 20:265–272, 2011.
- [PP10] Alexander Pak and Patrick Paroubek. Twitter as a corpus for sentiment analysis and opinion mining. In *LREc*, volume 10, 2010.
- [Sha01] Claude Elwood Shannon. A mathematical theory of communication. *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review*, 5(1):3–55, 2001.

-
- [SOM10] Takeshi Sakaki, Makoto Okazaki, and Yutaka Matsuo. Earthquake shakes twitter users: real-time event detection by social sensors. In *Proceedings of the 19th international conference on World wide web*, pages 851–860. ACM, 2010.
- [TSSW10] Andranik Tumasjan, Timm Oliver Sprenger, Philipp G Sandner, and Isabell M Welp. Predicting elections with twitter: What 140 characters reveal about political sentiment. *Icwsn*, 10(1):178–185, 2010.